

[5]Non-uniform non-orthogonal multicarrier underwater communication for compressed sonar image data transmission

1.面临挑战

由于水下声道的严重干扰性质和声纳图像的大数据量，可靠且高效的声纳图像数据传输较为困难；

但自主水下航行器（AUV）的各类水下探测、应用（包括海底探测、海洋救援等）对其要求日益增长。

2.现有研究

先前的研究分别对图像压缩和多载波调制进行了研究。

但目前关于多载波调制的大部分研究都只关注数据大小和传输带宽方面的传输效率，分别研究源压缩和多载波调制，并未有效结合。

3.解决方案

将声纳图像的压缩比特流看作一种具有**独特频率特性**的新型图像。

将多载波调制技术与压缩声纳图像数据的特性相结合，提出了一种基于压缩声纳图像数据频率特性的**非均匀非正交多载波调制方案**（F-NNMC）。

（由于不同图像压缩方法的压缩比特流图像具有相似的频率特性，因此所提出的方案适用于差分压缩算法。）

这种方案的优势：

- 1) 载波间的非正交性提高了频谱效率
- 2) 非均匀子载波结构设计是基于压缩比特流图像的频谱分析，可以承载更有效的传输压缩数据信息，从而提高可靠性。

4.信道模型

根据压缩声纳图像的频谱特性：

- 1) 所获得的压缩比特流可以被认为是一种像素值在0到1之间的新型图像，称为压缩比特流图像。
- 2) 用傅立叶变换进行频谱分析后得出，尽管比特流图像是由不同的压缩算法和声纳图像类型生成的，但它们具有相似的频率特性。

提出了所给F-NNMC方案的系统模型：

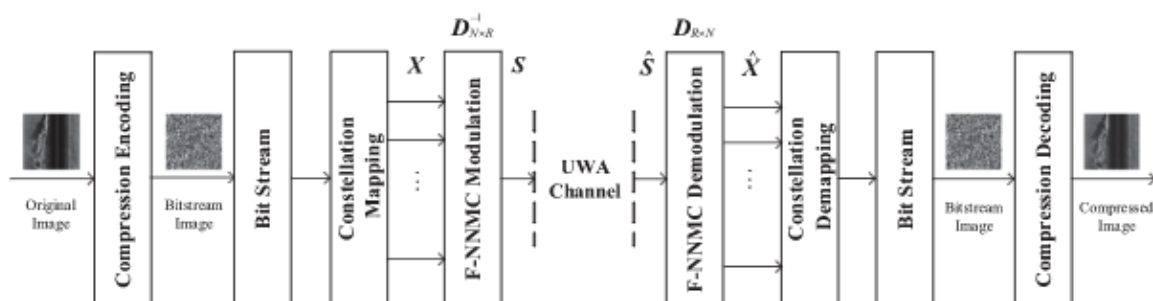


Fig. 3. Diagram of F-NNMC system.

所提出的F-NNMC系统主要通过子载波矩阵来实现。通过压缩算法对像素值范围从0到255的声纳图像进行编码。从0到1的压缩比特流的结果可以被重新排序为一种新的图像类型。基于压缩比特流图像的频率特性，设计了子载波矩阵的结构。然后用星座映射对压缩的比特流进行调制。调制后的数据通过水下声道传输。在接收器上，实现F-NNMC解调，然后通过星座映射将解调后的符号恢复到压缩比特流。最后，通过相应的压缩解码器将压缩比特流转换为0到255范围内的像素值，来重建压缩的二维图像。

5.仿真性能分析

将所提出的F-NNMC与OFDM、OWDM和SN-OWDM的仿真分析和实验性能进行比较。结果显示：与正交和非正交调制相比，所提出的的方案无需频率资源，具有更好的峰值信噪比（PSNR）、结构相似性（SSIM）和更低的误码率（BER）。

仿真参数设置：

TABLE II
SYSTEM PARAMETER SETTINGS

System Parameters		Specifications		
Number of Orthogonal Subcarriers	OFDM/OQDM	R = 256		
	SN-OWM/F-NNMC	K = 64		
Frequency Characteristic Ratio (r)		0.6	1.0	2.5
Subcarrier Extending Factor (M_1)		9	7	4
Subcarrier Extending Factor (M_2)		5	7	10
Time shift units (\mathcal{T}_1)		24	32	64
Time shift units (\mathcal{T}_2)		48	32	21.3

6. 摘录笔记

Acoustic communication is considered to be the best way to transmit information underwater over long distance because other transmission media such as electromagnetic and optical waves are subject to severe attenuation and scattering underwater. However, the limited bandwidth and severe interference nature of the underwater acoustic channel make it challenging to achieve high data rate and low Bit Error Rate (BER) for underwater image transmission.